

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-005588

(43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

F28F 1/40

B21C 37/06

B21D 53/06

(21)Application number : 2000-187154

(71)Applicant : SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD

(22)Date of filing : 22.06.2000

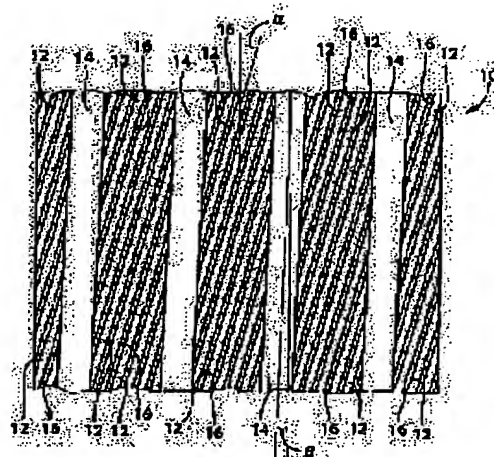
(72)Inventor : SASAKI NAOE
KONDO TAKASHI

(54) INNER HELICALLY GROOVED TUBE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inner helically grooved tube in which pressure loss can be reduced advantageously and condensation effect can be enhanced effectively.

SOLUTION: In the inner surface of a tube, a large number of first grooves 12 are made to extend helically in the tube axis direction at a helix angle of 10-30° with respect to the tube axis, and 1-6 second grooves 14 extending in the tube axis direction are made per one round while intersecting the first grooves 12 with a groove width 1.3-8 times as large as the pitch of the first grooves 12 in the circumferential direction of tube.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-5588

(P2002-5588A)

(43) 公開日 平成14年1月9日 (2002.1.9)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テームト (参考)
F 2 8 F 1/40		F 2 8 F 1/40	E 4 E 0 2 8
B 2 1 C 37/06		B 2 1 C 37/06	D
B 2 1 D 53/06		B 2 1 D 53/06	L
			G

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-187154(P2000-187154)

(22) 出願日 平成12年6月22日 (2000.6.22)

(71) 出願人 000002277

住友軽金属工業株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 佐々木 直栄

東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内

(72) 発明者 近藤 隆司

東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内

(74) 代理人 100078190

弁理士 中島 三千雄 (外2名)

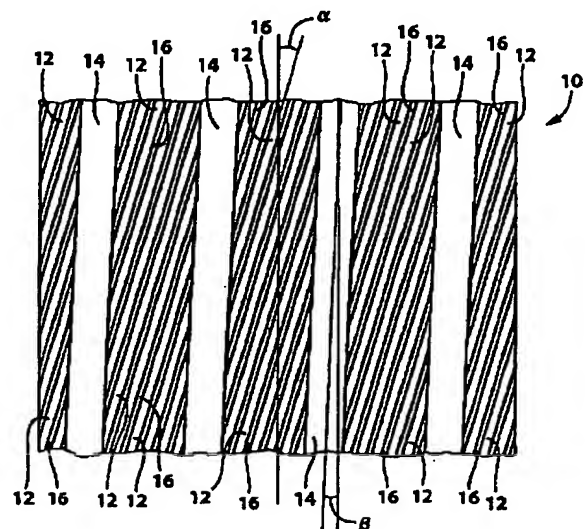
Fターム(参考) 4E028 BB07 HA04

(54) 【発明の名称】 内面溝付伝熱管及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 圧力損失が有利に低減され得ると共に、凝縮性能が効果的に高められ得る内面溝付伝熱管を提供する。

【解決手段】 管内面に、管軸に対して10°～30°の振じれ角をもって、該管軸方向に螺旋状に延びる第一の溝12を多数形成すると共に、該管軸に対して20°以下の振じれ角と、該第一の溝12の管周方向におけるピッチに対して1.3～8倍の溝幅とをもって、該第一の溝12に対して交差しつつ、該管軸方向に延びる第二の溝14を1周当たり1～6条形成して、構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 管内面に、管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びる第一の溝が多数形成されると共に、該第一の溝に対して交差しつつ、該管軸方向に連続して延びる第二の溝が形成されてなる内面溝付伝熱管にして、前記第一の溝が、前記管軸に対して $10 \sim 30^\circ$ の捩じれ角を有して形成されている一方、前記第二の溝が、該管軸に対して 20° 以下の捩じれ角と、該第一の溝の管周方向におけるピッチに対して $1.3 \sim 8$ 倍の溝幅とをもち、1 周当たり $1 \sim 6$ 条形成されていることを特徴とする内面溝付伝熱管。

【請求項 2】 前記第二の溝が、前記第一の溝の深さの $0.5 \sim 1.2$ 倍の深さを有して形成されている請求項 1 に記載の内面溝付伝熱管。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の内面溝付伝熱管を製造する方法であって、前記内面溝付伝熱管を与える素管を準備する一方、外周面に、前記第一の溝に対応した形状をもって軸心方向に延びる第一の凸条が多数設けられてなる第一のプラグと、外周面に、前記第二の溝に対応した形状をもって軸心方向に延びる第二の凸条が形成されてなる第二のプラグとを、該素管の内孔内において、その長さ方向に沿って直列的に且つ該素管の中心軸回りに回転可能な状態で同軸的に配置し、更に、該素管の周囲において、それら第一及び第二のプラグの配置位置に対応する位置に、第一の転圧部材と第二の転圧部材とを配置して、該素管を該第一のプラグ側から該第二のプラグ側に向かって連続的に移動せしめつつ、該第一のプラグを該素管の中心軸回りに回転させた状態で、該第一のプラグに対して管外面より該第一の転圧部材にて押圧せしめることにより、該素管の内面に、該第一のプラグの前記第一の凸条にて前記第一の溝を多数形成せしめると共に、それら多数の第一の溝のうち、該素管の周方向に互いに隣り合うものの間に、該第一の溝に沿って、該素管の管軸方向に延びる山部をそれぞれ形成せしめた後、該第二のプラグを該素管の中心軸回りに回転させた状態で、該素管を該第二のプラグに対して管外面より該第二の転圧部材にて押圧せしめることにより、該素管の内面における該多数の第一の溝の間に形成された該山部のうち、該素管の移動に伴って該第二のプラグの前記第二の凸条の先端面に接触するものを、順次、屈曲乃至は潰し変形せしめて、前記第二の溝を形成せしめるようにしたことを特徴とする内面溝付伝熱管の製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は請求項 2 に記載の内面溝付伝熱管を製造する方法であって、前記内面溝付伝熱管を与える帯板状素材を準備する一方、外周面に、前記第一の溝に対応した形状をもって周方向に延びる第一の凸条が多数設けられてなる第一のロールと、外周面に、前記第二の溝に対応した形状をもって周方向に延びる第二の凸条が形成されてなる第二のロ

ールとを、該帯板状素材の一方の面上において、その長さ方向に沿って直列的に且つそれぞれ一軸回りに回転可能に配置して、該帯板状素材を該第一のロール側から該第二のロール側に向かって連続的に移動せしめつつ、該第一のロールを、その軸心回りに回転せしめた状態で、該帯板状素材の一方の面に押圧せしめることにより、かかる一方の面に対して、該第一のロールの前記第一の凸条にて前記第一の溝を多数形成せしめると共に、それら多数の第一の溝のうち、該帯板状素材の長さ方向に互いに隣り合うものの間に、該第一の溝に沿って延びる山部を形成せしめた後、該第二のロールを、その軸心回りに回転させた状態で、該帯板状素材の一方の面に押圧せしめることにより、かかる一方の面における該多数の第一の溝の間に形成された該山部のうち、該帯板状素材の移動に伴って該第二のロールの前記第二の凸条の先端面に接触するものを、順次、屈曲乃至は潰し変形せしめて、前記第二の溝を形成せしめ、更に、その後、該第一及び第二の溝が形成された面を内側にして、該帯板状素材を造管するようにしたことを特徴とする内面溝付伝熱管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、空調機器や冷凍機器等に好適に用いられる内面溝付伝熱管とその製造方法に係り、特に、管内凝縮熱伝達率の向上がより効果的に図られてなる内面溝付伝熱管と、それを有利に製造し得る方法に関するものである。

【0002】

【背景技術】 従来から、エアコン等に代表される空調機器や冷凍機器等における蒸発器や凝縮器等の熱交換器に組み込まれる伝熱管の一種として、管内面に、多数の溝が、管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びるように形成されてなる、所謂、内面溝付伝熱管が、知られている。そして、近年では、かかる内面溝付伝熱管において、螺旋溝の深さや幅、条数、リード角、或いは螺旋溝間に形成されるフィンの高さや厚さ、頂角等の最適化による熱伝達率の向上、ひいてはそれが組み込まれる熱交換器の熱交換効率の向上が図られており、特開平 7-12483 号公報等を始めとした各種の公報等において、それら螺旋溝やフィンの最適設計に関する様々な提案が、為されている。しかしながら、単に、螺旋溝やフィンを設計変更するだけで、内面溝付伝熱管の伝熱性能を高めるには限度があり、内面溝付伝熱管の更なる高性能化を図ることが困難であったのである。

【0003】 かかる状況下、特開平 3-234302 号公報や特開平 8-303905 号公報には、管内面に、管軸方向に螺旋状に延びる多数の主溝と、該多数の主溝に対して交差し延びる多数の副溝が形成されてなる内面溝付伝熱管が、それぞれ開示されている。

【0004】 すなわち、前者の公報には、主溝の開口幅

が断続的に狭められてなる管状部が、主溝の長手方向に、所定の間隔において多数形成されるように、副溝を主溝に交差して設けた内面溝付伝熱管が明らかにされており、そして、そこには、このような内面溝付伝熱管を蒸発器における蒸発管として使用した場合に、管状部内で、沸騰核となる気泡が容易に発生せしめられて、蒸発が促進され、それによって、伝熱媒体の気化効率が高められ得ることが記載されている。また、後者の公報には、主溝が、副溝との交差部分を間に挟んで管軸方向にずらされて（オフセットされて）形成された内面溝付伝熱管が開示されており、このような内面溝付伝熱管を凝縮器における凝縮管として用いた場合に、凝縮して液体となった伝熱媒体と、未だ凝縮せずに気体の状態で残存する伝熱媒体とにて形成される濃度境界層が、主溝と副溝との交差部分で確実に更新せしめられて、濃度の拡散抵抗が低減され、以て高い凝縮性能が発揮され得ることが記載されているのである。

【0005】ところが、本発明者等の研究によれば、上記二つの公報に開示された2種類の内面溝付伝熱管のうち、特開平3-234302号公報に開示された内面溝付伝熱管においては、螺旋溝のみが管内面に多数形成されてなる従来の内面溝付伝熱管よりも優れた凝縮性能を得ることが困難であり、また、特開平8-303905号公報に開示の内面溝付伝熱管にあつては、主溝と副溝との交差部分における乱流促進効果をより一層高めるようにしたものであるため、管内での伝熱媒体の流動抵抗が著しく増大せしめられ、それによって、多数の螺旋溝のみを有する従来の内面溝付伝熱管に比べて、圧力損失が不可避免的に大きくなってしまふことが、判明したのである。

【0006】

【解決課題】ここにおいて、本発明は、上述せる如き事情を背景にして為されたものであつて、その解決課題とするところは、管内面に、管軸方向に螺旋状に延びる螺旋溝のみが多数形成されてなる従来の内面溝付伝熱管に比して、圧力損失が有利に低減され得ると共に、凝縮性能が効果的に高められ得る内面溝付伝熱管を提供することにある。また、本発明にあつては、そのような内面溝付伝熱管を有利に製造する方法を提供することをも、解決課題とするものである。

【0007】

【解決手段】そして、本発明にあつては、かかる課題の解決のために、管内面に、管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びる第一の溝が多数形成されると共に、該第一の溝に対して交差しつつ、該管軸方向に連続して延びる第二の溝が形成されてなる内面溝付伝熱管において、前記第一の溝が、前記管軸に対して $10 \sim 30^\circ$ の捩じれ角を有して形成されている一方、前記第二の溝が、該管軸に対して 20° 以下の捩じれ角と、該第一の溝の管周方向におけるピッチに対して1.3～8倍の溝幅とを

もつて、1周当たり1～6条形成されていることを特徴とする内面溝付伝熱管を、その要旨とするものである。

【0008】このような本発明に従う内面溝付伝熱管にあつては、管軸方向に螺旋状に延びる第一の溝に対して、第二の溝が交差して延びるように形成されているところから、第一の溝に沿って流動せしめられる伝熱媒体の凝縮液と、第二の溝に沿って流れる伝熱媒体の凝縮液とが、それら第一の溝と第二の溝との交差部分において衝突せしめられて、該第一の溝に沿った伝熱媒体の凝縮液のスムーズな流れが攪乱せしめられ、それによって、該第一の溝と第二の溝の交差部分での乱流促進が適度に図られ得るのである。

【0009】また、かかる内面溝付伝熱管においては、第二の溝が、管軸に対して平行か、若しくはそれに近い小さな捩じれ角を有していると共に、該第一の溝の周方向におけるピッチ、更に言えば、該ピッチにて規定される第一の溝の幅に比して、十分に大きな溝幅を有して構成されているところから、かかる第二の溝が、伝熱媒体の凝縮液の排液溝としての役割を十分に果たし、それによって、該凝縮液が、該第二の溝に沿って効率的に排除され得ることとなり、以て、第一の溝間に形成されるフィンにおける、凝縮熱伝達に有効に作用するフィン先端の該凝縮液内への液没が有利に解消乃至は抑制され得るのであり、しかも、そのような第二の溝が、大きな溝幅を有するものの、極めて少ない数で形成されているため、かかる第二の溝の形成によって、管内の有効伝熱面積が低下するようなことが、可及的に防止され得るのである。

【0010】さらに、本発明に従う内面溝付伝熱管にあつては、上述の如く、十分に大きな溝幅を有する第二の溝に沿って、伝熱媒体が効率的に排除され得るところから、かかる伝熱媒体が、管内を、よりスムーズに流動せしめられ得、それによって、管内での伝熱媒体の流動抵抗が有利に低減せしめられ得るのである。

【0011】従つて、このような本発明に従う内面溝付伝熱管にあつては、管内面に、管軸方向に螺旋状に延びる螺旋溝のみが多数形成されてなる従来の内面溝付伝熱管に比して、圧力損失が有利に低減され得ると共に、凝縮性能が効果的に高められ得ることとなるのである。

【0012】なお、このような本発明に従う内面溝付伝熱管にあつては、好ましくは、前記第二の溝が、前記第一の溝の深さの0.5～1.2倍の深さを有して形成されることとなる。このような構成によれば、より多くの伝熱媒体の凝縮液が、第二の溝に沿って流動せしめられることとなり、それによって、第二の溝が、伝熱媒体の凝縮液の排液溝としての役割をより一層十分に果たすばかりでなく、第一の溝に沿って流動せしめられる伝熱媒体の凝縮液の、第二の溝に沿って流れる伝熱媒体の凝縮液との衝突による攪乱効果がより有利に高められ得、以

て、凝縮性能の向上が、更に一層効果的に高められ得ることとなるのである。

【0013】そして、本発明にあっては、前述の如き構造とされた内面溝付伝熱管を製造する方法であって、前記内面溝付伝熱管を与える素管を準備する一方、外周面に、前記第一の溝に対応した形状をもって軸心方向に延びる第一の凸条が多数設けられてなる第一のプラグと、外周面に、前記第二の溝に対応した形状をもって軸心方向に延びる第二の凸条が形成されてなる第二のプラグとを、該素管の内孔内において、その長さ方向に沿って直列的に且つ該素管の中心軸回りに回転可能な状態で同軸的に配置し、更に、該素管の周囲において、それら第一及び第二のプラグの配置位置に対応する位置に、第一の転圧部材と第二の転圧部材とを配置して、該素管を該第一のプラグ側から該第二のプラグ側に向かって連続的に移動せしめつつ、該第一のプラグを該素管の中心軸回りに回転させた状態で、該第一のプラグに対して管外面より該第一の転圧部材にて押圧せしめることにより、該素管の内面に、該第一のプラグの前記第一の凸条にて前記第一の溝を多数形成せしめると共に、それら多数の第一の溝のうち、該素管の周方向に互いに隣り合うものの間に、該第一の溝に沿って、該素管の管軸方向に延びる山部をそれぞれ形成せしめた後、該第二のプラグを該素管の中心軸回りに回転させた状態で、該素管を該第二のプラグに対して管外面より該第二の転圧部材にて押圧せしめることにより、該素管の内面における該多数の第一の溝の間に形成された該山部のうち、該素管の移動に伴って該第二のプラグの前記第二の凸条の先端面に接触するものを、順次、屈曲乃至は潰し変形せしめて、前記第二の溝を形成せしめるようにしたことを特徴とする内面溝付伝熱管の製造方法をも、要旨とするものである。

【0014】このような本発明に従う内面溝付伝熱管の製造方法によれば、連続した1本の素管の内面に、第一の溝と第二の溝とが一挙に形成され得るところから、目的とする内面溝付伝熱管が、より速やかに、且つより低いコストで、極めて有利に製造され得るのである。

【0015】さらに、本発明にあっては、また、前述の如き構造とされた内面溝付伝熱管を製造する方法であって、前記内面溝付伝熱管を与える帯板状素材を準備する一方、外周面に、前記第一の溝に対応した形状をもって周方向に延びる第一の凸条が多数設けられてなる第一のロールと、外周面に、前記第二の溝に対応した形状をもって周方向に延びる第二の凸条が形成されてなる第二のロールとを、該帯板状素材の一方の面上において、その長さ方向に沿って直列的に且つそれぞれ一軸回りに回転可能に配置して、該帯板状素材を該第一のロール側から該第二のロール側に向かって連続的に移動せしめつつ、該第一のロールを、その軸心回りに回転せしめた状態で、該帯板状素材の一方の面に押圧せしめることにより、かかる一方の面に対して、該第一のロールの前記第

一の凸条にて前記第一の溝を多数形成せしめると共に、それら多数の第一の溝のうち、該帯板状素材の長さ方向に互いに隣り合うものの間に、該第一の溝に沿って延びる山部を形成せしめた後、該第二のロールを、その軸心回りに回転させた状態で、該帯板状素材の一方の面に押圧せしめることにより、かかる一方の面における該多数の第一の溝の間に形成された該山部のうち、該帯板状素材の移動に伴って該第二のロールの前記第二の凸条の先端面に接触するものを、順次、屈曲乃至は潰し変形せしめて、前記第二の溝を形成せしめ、更に、その後、該第一及び第二の溝が形成された面を内側にして、該帯板状素材を造管するようにしたことを特徴とする内面溝付伝熱管の製造方法をも、その要旨とするものである。

【0016】このような本発明に従う内面溝付伝熱管の製造方法によれば、1枚の帯板状素材に対して、溝付け工程と造管工程とからなる一連の工程を行うことによって、目的とする内面溝付伝熱管が、該一枚の帯板状素材から、一挙に且つ効率的に製造され得るのである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、本発明に係る内面溝付伝熱管とその製造方法の具体的な構成について、図面を参照しつつ、詳細に説明することとする。

【0018】先ず、図1には、本発明に従う構造を有する内面溝付伝熱管の一例が、管軸方向に垂直な方向で切断した横断面形態における端面図において示されており、また、図2には、図1の要部を拡大した図が示され、更に、図3には、そのような内面溝付伝熱管を管軸方向に平行に切断して展開した状態が図示されている。なお、図3は、第一及び第二の溝の管軸に対する傾斜形態の理解を容易と為す上で、それら2種類の溝のうち、特に第一の溝が誇張されて示されており、そのために、図3の展開図においては、かかる第一の溝が、図1に比して、少ない配設条数で示されていることが、理解されるべきである。

【0019】そして、それら図1乃至図3からも明らかのように、内面溝付伝熱管10は、全体として、円形横断面を有する中空の直管形状を呈しているのである。なお、この内面溝付伝熱管10は、蒸発管や凝縮管、或いはヒートパイプ本体等として採用されるものであって、冷媒等の伝熱媒体の流通路を管内部に形成し得るよう、円形の他、楕円形や扁平な長円形等の適当な断面形状を呈する中空管体構造において、構成されるものである。そして、かかる内面溝付伝熱管10においては、その構成材料として、要求される伝熱性能や採用される伝熱媒体の種類等に応じて、例えば、銅や銅合金、アルミニウム合金等の適当な金属材が、適宜に用いられることとなる。

【0020】また、かかる内面溝付伝熱管10にあっては、その外周面が平滑面とされている一方、内周面に、

多数の第一の溝12と複数の第二の溝14とが形成されている。

【0021】より具体的には、多数の第一の溝12は、管軸に対して直角な断面において、何れも、底部に向かうに従って次第に狭幅となる略台形形状とされていると共に、管軸に対して傾斜して、該管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びる形態をもって、設けられている。また、それら第一の溝12は、該管軸に対して直角な断面の端面において、32条設けられている。つまり、内面溝付伝熱管10の内面に、第一の溝12が、1周当たり32条形成されているのである。そして、そのような多数の第一の溝12が設けられていることによって、管面内における管周方向に互いに隣り合う第一の溝12同士の間、突条形態を有するフィン16が、それぞれ一つずつ形成されている。また、それらのフィン16は、それぞれ、各第一の溝12の形状に対応した、先端に向かうに従って次第に狭幅となると共に、その先端面が平坦面とされた略台形形状を呈する管軸直角断面形状を有しており、各第一の溝12に沿って、管軸に対して傾斜して、該管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びる形態をもって、形成されている。

【0022】一方、複数の第二の溝14も、管軸に対して直角な断面において、それぞれ、底部に向かうに従って次第に狭幅となる略台形形状とされていると共に、管軸に対して傾斜して、該管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びるように形成されているものの、その底部の幅が、第一の溝12のそれぞれのものにおける底部の幅に比して十分に大きくされており、また、管軸に対する傾斜角（管軸に対する振じれ角＝リード角）の大きさが、第一の溝12のそれよりも十分に小さくされている。更に、それら第二の溝14は、該管軸に対して直角な断面の端面において、4条、つまり、1周当たり4条設けられている。

【0023】すなわち、本実施形態の内面溝付伝熱管10においては、管内面に、狭い溝幅を有する多数の第一の溝12と多数のフィン16とが、管周方向に交互に位置し、且つ螺旋状形態をもって管軸方向に連続して延びるように形成されていると共に、広い溝幅を有する複数の第二の溝14が、該第一の溝12に対して交差しつつ、管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びるように形成されており、それによって、管内面の限られたスペース内で、伝熱面積が効率的に増大せしめられた内面螺旋溝付伝熱管として、構成されているのである。

【0024】なお、このような内面溝付伝熱管10においては、第一の溝12と第二の溝14のそれぞれの断面形状が、特に限定されるものではなく、伝熱管10の用途や採用される伝熱媒体の種類、管内を流通せしめられる伝熱媒体の質量速度等に応じて適宜に決定されることとなり、例えば、それらの断面形状としては、上述の如き台形形状の他、V字形状やU字形状、或いは真円や楕

円、長円等の円形の一部を為す円弧形状等の形状が採用され得るものである。また、フィン16の断面形状は、第一の溝12の断面形状に応じて、種々変形せしめられることは、言うまでもないところである。

【0025】このように、かかる内面溝付伝熱管10にあっては、第一及び第二の溝12、14の形状が自由に設定され得るものの、それら第一及び第二の溝12、14の管軸に対する振じれ角（リード角）は、特定の値の範囲とされている必要があり、特に、第一の溝12の管軸に対する振じれ角（リード角）： α が、 10° ～ 30° とされていなければならないのである。何故なら、この第一の溝12の管軸に対する振じれ角： α が 10° 未満である場合には、内面溝付伝熱管10を凝縮管として用いた際に、第一の溝12同士の間形成された前記フィン16の先端における伝熱媒体の気化ガスによる剪断力が小さくなって、伝熱媒体の凝縮液の薄膜化効果が減少し、その結果として、熱伝達率が急激に低下してしまうことになるからである。また、かかる第一の溝12の管軸に対する振じれ角： α が 30° よりも大きい場合には、該リード角： α が大き過ぎて、管内面に対する第一の溝12の加工性が著しく悪化するため、管内面に対して、多数の第一の溝12を加工することが困難となるからであり、更に、性能面でも、圧力損失の増大が顕著となって、それが、蒸発管として使用した際ににおける伝熱性能に対して悪影響を及ぼすこととなるからである。なお、かかる第一の溝12の管軸に対する振じれ角： α は、管内面に対する優れた加工性を確保しつつ、より高度な伝熱性能を実現する上において、 15° ～ 25° 程度とされていることが、より望ましい。

【0026】また、第二の溝14の管軸に対する振じれ角（リード角）： β は、 20° 以下とされている必要がある。何故なら、この第二の溝14の管軸に対する振じれ角： β が 20° よりも大きい場合には、第二の溝14に沿って流動せしめられる伝熱媒体のスムーズな流れが阻害されて、かかる伝熱媒体の管内での流動抵抗が増し、それによって、圧力損失が増大せしめられることとなるからである。従って、本実施形態の内面溝付伝熱管10にあっては、第二の溝14の管軸に対する振じれ角： β が小さい程、換言すれば、第二の溝14が、管軸に対して平行に近い程、圧力損失が低く抑えられ得て、特に蒸発管として用いた場合に、優れた蒸発性能を発揮し得ることとなるのであり、その意味において、かかる第二の溝14の管軸に対する振じれ角： β が 5° 以下とされていることが、より望ましいのである。

【0027】また、このような内面溝付伝熱管10においては、第二の溝14の幅：Wが、第一の溝12の管周方向におけるピッチ：Pに対して、1.3～8倍の範囲とされていなければならない、前述せる如き従来の交差溝付きの内面溝付伝熱管における副溝に比して、極めて大きな大きさにおいて設定されることとなる。けだし、か

かる比率が 1.3 倍よりも小さい場合には、第二の溝 14 の幅: W が狭くなり過ぎて、伝熱媒体の凝縮液が、第二の溝 14 に沿って排除され難くなり、それによって、第一の溝 12 同士の間形成されるフィンにおける、凝縮熱伝達に有効に作用するフィン先端の該凝縮液内への液没が惹起せしめられて、凝縮性能の向上が望めなくなるばかりでなく、第二の溝 14 が必要以上に多数形成されることとなって、それら多数の第二の溝 14 と多数の第一の溝 12 との交差部分における乱流促進効果が必要以上に高められ、それによって、管内での伝熱媒体の流動抵抗が著しく増大せしめられて、圧力損失が不可避的に大きくなってしまふからである。また、第二の溝 14 の幅: W が、第一の溝 12 の管周方向におけるピッチ: P に対して 8 倍よりも大きな寸法とされる場合にあっては、溝幅: W が大き過ぎて、該第二の溝 14 の管内面への加工時の加工性が著しく低下すると共に、第二の溝 14 と第一の溝 12 の配設条数が減って、有効伝熱面積が極端に減少し、それによって、第一及び第二の溝 12, 14 の形成による伝熱促進効果が望めなくなってしまうからである。

【0028】つまり、内面溝付伝熱管 10 の内面に形成される第二の溝 14 の幅: W は、該伝熱管 10 における凝縮性能の向上と圧力損失の低下とを図る上から、第一の溝 12 の管周方向におけるピッチ: P に対して、上述の如き比率の範囲内において設定されるのであるが、そのような特性をより効果的に得るためには、かかる第二の溝 14 の幅: W が、2~5 倍程度とされていることが、より望ましいのである。また、内面溝付伝熱管 10 を一般的な凝縮管や蒸発管として使用する場合、実際には、第一の溝 12 が、0.15~0.85mm 程度のピッチとされるため、該第二の溝 14 の幅: W は、通常、0.5~2.0mm 程度の範囲内の値とされる。

【0029】さらに、上述の如く、内面溝付伝熱管 10 にあっては、第二の溝 14 が、第一の溝 12 に対して十分に広い幅をもって形成されているため、かかる第二の溝 14 の配設条数を、1 周当たり 1~6 条の範囲で、十分に少なくする必要がある。つまり、第二の溝 14 を 7 条以上の条数で形成した場合には、第二の溝 14 の幅: W を上述の如き範囲内と為しつつ、管内面において第一の溝 12 が形成された部位における有効伝熱面積を十分な大きさにおいて確保することが困難となることから、第二の溝 14 の配設条数を、上述の如き範囲内において設定しなければならないのである。また、かかる内面溝付伝熱管 10 において、第二の溝 14 の幅と、管内面における前記有効伝熱面積とを、共に十分に確保して、凝縮性能の向上と圧力損失の低下とをより有効に図るためには、かかる第二の溝 14 の配設条数が、好ましくは、1 周当たり 2~4 条とされることとなる。一方、第一の溝 12 の配設条数は、特に限定されるものではなく、過度に多い条数として、加工性の低下を招くことや、著し

く少ない条数として、管内面における有効伝熱面積を低下させることがないように、溝ピッチ等に応じて適宜に設定されることとなるのである。

【0030】なお、このような内面溝付伝熱管 10 における第一の溝 12 の深さ: D_1 と第二の溝 14 の深さ: D_2 は、必ずしも特定な値とされるものではないものの、好ましくは、第二の溝 14 の深さ: D_2 が、第一の溝 12 の深さ: D_1 に対して 0.5~1.2 倍程度の大きさとされる。何故なら、第二の溝 14 の深さ: D_2

が、第一の溝 12 の深さ: D_1 に対して 0.5 倍に満たない大きさとされる場合には、第二の溝 14 に沿って流動せしめられる伝熱媒体の流量が小さくなり過ぎて、第二の溝 14 が伝熱媒体の凝縮液の排液溝として有効に機能しなくなるばかりでなく、該第二の溝 14 に沿って流動せしめられる伝熱媒体の凝縮液と、第一の溝 12 に沿って流れる伝熱媒体の凝縮液との衝突による擾乱効果が小さくなり、その結果として、期待される程の凝縮性能が得られなくなるからである。また、第二の溝 14 の深さ: D_2 が、第一の溝 12 の深さ: D_1 よりも 1.2 倍よりも大きくされる場合には、第二の溝 14 が深くなり過ぎて、該第二の溝 14 の加工性が悪化すると共に、内面溝付伝熱管 10 の耐圧強度が著しく低下することとなるからである。

【0031】このように、本実施形態の内面溝付伝熱管 10 にあっては、その内面に、管軸に対する所定の捩じれ角をもって、該管軸方向に螺旋状に連続して延びる第一の溝 12 が多数形成されると共に、該第一の溝 12 よりも十分に大きな溝幅を有する第二の溝 14 が、管軸に対する比較的小さな捩じれ角をもって、該多数の第一の溝 12 に交差しつつ、該管軸方向に螺旋状に連続して延びるようにして、少ない条数において形成されているところから、単に、管内面に、管軸方向に螺旋状に延びる螺旋溝のみが多数形成されてなる従来の内面溝付伝熱管に比して、圧力損失が有利に低減され得ると共に、凝縮性能が効果的に高められ得ることとなるのである。

【0032】ところで、このような優れた特徴を発揮する内面溝付伝熱管 10 は、例えば、公知の転造加工法や圧延加工法等を利用して、製造されることとなる。

【0033】すなわち、転造加工法を利用して内面溝付伝熱管 10 を製造する場合には、例えば、図 4 に示される如き構造の転造加工装置 18 を用いて、連続する 1 本の素管 20 に対して所定の転造加工を施すことによって、目的とする内面溝付伝熱管 10 を得るのである。

【0034】具体的には、ここで用いられる転造加工装置 18 は、目的とする内面溝付伝熱管 10 を与える素管 20 が、従来と同様にして、管軸方向の一方向（図中、矢印方向）に引き抜き移動せしめられるようになってい

る。そして、かかる素管 20 の周囲には、第一の円形ダイス 22 と第一の転圧部材 24 と第二の転圧部材 26 と第二の円形ダイス 28 が、それぞれ、隣り合うもの同士

において所定間隔をあけつつ、該素管 20 の移動方向の上流側から下流側に向かって、順次、配置せしめられている。また、それらは、何れも、素管 20 の外径よりも所定寸法小さな径の内孔を有するリング形状を呈して成っており、しかも、その配置順に従って、内径寸法が徐々に小さくなるように構成されている。

【0035】一方、素管 20 の内孔内には、タイロッド 30 にて互いに連結せしめられたフローティングプラグ 32 と第一の溝付プラグ 34 と第二の溝付プラグ 36 が、素管 20 の周囲に配された第一の円形ダイス 22 と第一の転圧部材 24 と第二の転圧部材 26 とに対応する位置に、それぞれ管軸回りに回転可能な状態で、同軸的に挿入配置されている。そして、それら 3 つのプラグのうち、フローティングプラグ 32 は、従来と同様な構造を有しており、素管 20 の移動方向の下流側の部位が、その上流側の部位よりも小径化せしめられてなる段付き円柱ブロック形状をもって構成されている。

【0036】また、第一の溝付プラグ 34 は、図 5 に示される如く、その外周面に、多数の第一の溝形成凸条 38 が、軸心に対して傾斜しつつ、該軸心方向に連続して延びるように形成されている。そして、この第一の溝形成凸条 38 は、第一の溝付プラグ 34 の軸心に対して直角な断面形状が、目的とする内面溝付伝熱管 10 の内面に形成されるべき第一の溝 12 の管軸直角断面形状に対応した形状とされていると共に、該軸心に対する振じれ角の大きさが、該内面溝付伝熱管 10 の管軸に対する第一の溝 12 の振じれ角に対応した大きさとされている。

【0037】一方、第二の溝付プラグ 36 も、図 6 に示される如く、その外周面に、第二の溝形成凸条 40 が、軸心に対して傾斜しつつ、該軸心方向に連続して延びるようにして、目的とする内面溝付伝熱管 10 の内面に形成されるべき第二の溝 14 の数と同数だけ、形成されている。なお、この第二の溝形成凸条 40 は、第二の溝付プラグ 36 の軸心に対して直角な断面形状が、前記内面溝付伝熱管 10 における第二の溝 14 の管軸直角断面形状に対応した形状とされていると共に、該軸心に対する振じれ角の大きさが、該内面溝付伝熱管 10 の管軸に対する第二の溝 14 の振じれ角に対応した大きさとされている。

【0038】そして、実際に、かくの如き構造とされた転造加工装置 18 を用いて、目的とする内面溝付伝熱管 10 を製造するには、先ず、素管 20 を、図 4 に示された矢印の方向に引き抜き移動せしめて、フローティングプラグ 32 と第一の円形ダイス 22 との間で、縮径する。次いで、該素管 20 を、第一の溝付プラグ 34 に対して、管外面より、第一の転圧部材 24 にて押圧して、更に所定寸法縮径すると共に、第一の溝付プラグ 34 を素管 20 の管軸回りに回転せしめて、素管 20 の内面において、素管 20 の移動に伴って第一の溝付プラグ 34 における第一の溝形成凸条 38 の先端面に接触する部位

を、順次、凹陥せしめる。これにより、該素管 20 の内面に、第一の溝付プラグ 34 の第一の溝形成凸条 38 に対応した形状と振じれ角とをもって凹陥する第一の溝 12 を、管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びるようにして、多数形成し、また、それと同時に、管周方向に互いに隣り合う第一の溝 12 同士の間、突条形態を有するフィン 16 を、該第一の溝 12 に沿って、それぞれ一つずつ形成する。

【0039】次いで、第一の溝 12 とフィン 16 とがそれぞれ多数形成された素管 20 を、第二の溝付プラグ 36 に対して、管外面より第二の転圧部材 26 にて押圧して、更にまた縮径すると共に、該第二の溝付プラグ 36 を素管 20 の管軸回りに回転せしめて、多数のフィン 16 のうち、素管 20 の移動に伴って第二の溝付プラグ 36 における第二の溝形成凸条 40 の先端面に接触するものを、該凸条 40 にて、順次、屈曲乃至は潰し変形せしめる。これにより、第二の溝付プラグ 36 の溝形成凸条 40 に対応した形状と振じれ角とをもって凹陥する第二の溝 14 を、第一の溝 12 に対して交差しつつ、管軸方向に向かって螺旋状に連続して延びるようにして、複数形成する。なお、このとき、フィン 16 の幾つかが、十分に変形されない場合もあるが、第二の溝 14 の形成により達成される前述する如き効果が、そのようなフィン 16 によって阻害されることはない。

【0040】その後、素管 20 を必要に応じて、所定の長さに切断し、以て、管内面に、管軸に対する所定の振じれ角をもって、該管軸方向に螺旋状に連続して延びる第一の溝 12 が多数形成されると共に、該第一の溝 12 よりも十分に大きな溝幅を有する第二の溝 14 が、管軸に対する比較的に小さな振じれ角をもって、該多数の第一の溝 12 に交差しつつ、該管軸方向に螺旋状に連続して延びるようにして、少ない条数において形成された、図 1乃至図 3 に示される如き内面溝付伝熱管 10 を連続的に製造するのである。

【0041】このように、図 4 に示されるような転造加工装置 18 を用いた手法によれば、第一及び第二の溝付プラグ 34、36 によって、連続した 1 本の素管 20 の内面に、第一及び第二の溝 12、14 が一挙に形成され得るところから、目的とする内面溝付伝熱管 10 が、より速やかに、且つより低いコストで、極めて有利に製造され得るのである。

【0042】また、圧延加工法を利用して内面溝付伝熱管 10 を製造する場合には、例えば、図 7 に示される如き構造の加工装置 42 を用いて、連続する 1 枚の帯板状素材 44 を長さ方向に移動せしめつつ、該帯板状素材 44 に対して所定の圧延加工による溝付け加工や造管加工を施すことにより、目的とする内面溝付伝熱管 10 を得るのである。

【0043】より詳細には、ここで用いられる加工装置 42 は、図示しない駆動ロールにより、帯板状素材 44

を、その長さ方向一方側（図 7 において矢印にて示される方向）に移動せしめられるようになっている。そして、かかる帯板状素材 44 の移動方向の最も上流側には、該帯板状素材 44 を上下に挟むガイドロール 46、46 が配置され、このガイドロール 46、46 に案内されて、帯板状素材 44 が、その移動方向の上流側と下流側とに所定間隔をおいて配置された第一及び第二の二つの圧延ロール 48、50 に導かれるようになっている。

【0044】また、図 8 に示される如く、この二つの圧延ロール 48、50 のうち、帯板状素材 44 の移動方向上流側に位置する第一の圧延ロール 48 は、その外周面に、多数の第一の溝形成凸条 52 が、軸直角線に対して傾斜しつつ、周方向に連続して延びるように形成されている。そして、この第一の溝形成凸条 52 は、第一の圧延ロール 48 の軸心に平行な断面形状が、目的とする内面溝付伝熱管 10 の内面に形成されるべき第一の溝 12 の管軸直角断面形状に対応した形状とされていると共に、該軸心に直角な軸直角線に対する捩じれ角の大きさが、該内面溝付伝熱管 10 の管軸に対する第一の溝 12 の捩じれ角に対応した大きさとされているのである。

【0045】一方、図 9 に示される如く、帯板状素材 44 の移動方向下流側に配置された第二の圧延ロール 50 は、その外周面に、第二の溝形成凸条 54 が、軸直角線に対して傾斜しつつ、周方向に連続して延びるようにして、目的とする内面溝付伝熱管 10 の内面に形成されるべき第二の溝 14 の数と同数だけ、形成されている。なお、この第二の溝形成凸条 54 は、第二の圧延ロール 50 の軸心に平行な断面形状が、前記内面溝付伝熱管 10 における第二の溝 14 の管軸直角断面形状に対応した形状とされていると共に、該軸心に直角な軸直角線に対する捩じれ角の大きさが、該内面溝付伝熱管 10 の管軸に対する第二の溝 14 の捩じれ角に対応した大きさとされている。

【0046】そして、図 7 に示されるように、それら第一の圧延ロール 48 と第二の圧延ロール 50 が、帯板状素材 44 の一方の面上において、それぞれの下方に配された支持ロール 56、56 との間で、帯板状素材 44 を挟み且つ所定の圧力にて押圧せしめた状態で、各々軸回りに回転可能に配置されているのである。

【0047】また、帯板状素材 44 の移動方向における、第一及び第二の圧延ロール 48、50 の下流側には、帯板状素材 44 を徐々に管状に成形するための、従来と同様な構造を有する九対の成形ロール 58～74 が、各々対を為すロール同士にて、帯板状素材 44 を上下方向に挟持せしめた状態で、それぞれ各軸心回りに回転可能に配置せしめられており、更に、それら九対の成形ロール 58～74 の下流側には、従来装置と同様に、該九対の成形ロール 58～74 にて管状に成形された帯板状素材 44 を更に下流側へと導く一對のシームガイドロール 76 と、該管状に成形された帯板状素材 44 の幅

方向両端縁部を互いに溶接して、1 本の連続した管体となす高周波誘導コイル 78 と一對のスクイズロール 80 が配置されている。

【0048】そして、かくの如き構造とされた圧延加工装置 42 を用いて、目的とする内面溝付伝熱管 10 を製造するには、まず、帯板状素材 44 を、図示しない駆動ロールにて、長さ方向の一方側（図 7 中、矢印方向）に移動せしめて、ガイドロール 46、46 にて第一の圧延ロール 48 側に導き、帯板状素材 44 の移動により軸心回りに回転せしめられる該第一の圧延ロール 48 にて、該帯板状素材 44 の一方の面を押圧し、該一方の面において、該帯板状素材 44 の移動に伴って第一の圧延ロール 48 における第一の溝形成凸条 52 に先端面に接触する部位を、順次、凹陷せしめる。これによって、帯板状素材 44 の一方の面に、第一の圧延ロール 48 における第一の溝形成凸条 52 に対応した形状と捩じれ角とをもって凹陷する第一の溝 12 を、帯板状素材 44 の長さ方向に連続して延びるように多数形成し、また、それと同時に、帯板状素材 44 の幅方向に互いに隣り合う第一の溝 12 同士の間、突条形態を有するフィン 16 を、該第一の溝 12 に沿って、それぞれ一つずつ形成する。

【0049】次いで、第一の溝 12 とフィン 16 とが一方の面にそれぞれ多数形成された帯板状素材 44 を第二の圧延ロール 50 側に移動させ、帯板状素材 44 の移動により軸心回りに回転せしめられる該第二の圧延ロール 50 にて、該帯板状素材 44 の一方の面を押圧し、該一方の面に形成された多数のフィン 16 のうち、帯板状素材 44 の移動に伴って第二の圧延ロール 50 における第二の溝形成凸条 54 の先端面に接触するものを、該凸条 54 にて、順次、屈曲乃至は潰し変形せしめる。これにより、第二の圧延ロール 50 の第二の溝形成凸条 54 に対応した形状と捩じれ角とをもって凹陷する第二の溝 14 を、第一の溝 12 に対して交差しつつ、帯板状素材 44 の長さ方向に連続して延びるように複数形成する。

【0050】その後、九対の成形ロール 58～74 により、帯板状素材 44 を、第一及び第二の溝 12、14 が形成された面を内側にして、管状に成形した後、かかる成形により互いに対向位置せしめられた帯板状素材 44 の幅方向両端縁部同士を高周波誘導コイル 78 と一對のスクイズロール 80 にて高周波誘導溶接し、以て、連続する一本の管体 82 を成形する。かくして、管内面に、多数の第一の溝 12 と複数の第二の溝 14 とが、図 1 乃至図 3 に示される如き構造をもって形成されてなる、目的とする内面溝付伝熱管 10 を得るのである。

【0051】このように、図 7 に示されるような加工装置 42 を用いた手法によれば、連続した 1 枚の帯板状素材 44 に対して、第一及び第二の圧延ロール 48、50 による溝付け工程と、九対の成形ロール 58～74 と高周波誘導コイル 78 等による造管工程とからなる一連の工程を行うことによって、目的とする内面溝付伝熱管 1

0が、一挙に且つ効率的に製造され得ることとなるのである。

【0052】因みに、本発明に従う構造を有する複数種類の内面溝付伝熱管を実際に製造し、それら複数種類の内面溝付伝熱管について、前述の如き優れた特徴点に関する評価を行った。

【0053】すなわち、まず、第一の溝の多数と第二の溝の複数が、管軸方向に向かって螺旋状に連続し、且つ互いに交差して延びる形態をもって管内面に形成されると共に、下記表1に示されるような寸法諸元を有して構成されてなる、本発明に従う構造とされた10種類の内面溝付伝熱管（実施例1～実施例10）を形成して、準備した。また、比較のために、管内面に、第一の溝のみが多数設けられてなる従来の内面螺旋溝付伝熱管（比較例1）と、第一の溝と第二の溝（主溝と副溝）とが設けられるものの、第二の溝の管軸に対する捩じれ角が本発明の範囲外とされた2種類の内面溝付伝熱管（比較例2及び比較例3）と、管内面に、V字形状を呈する溝 *

*（第一の溝とした）が多数形成されてなる、特許第2842810号公報等に表示される如き構造の、所謂内面松葉溝付伝熱管（比較例4）とを、それぞれ、下記表1に示されるような寸法諸元をもって形成して、準備した。

【0054】なお、これら準備された14種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10及び比較例1～4）は、全て、銅材質のものとした。また、下記表1において、リード角は、第一の溝又は第二の溝の管軸に対する捩じれ角の大きさを示し、条数は、第一の溝又は第二の溝の1周当たりの条数、即ち、管軸に垂直な断面において、その端面に形成される第一の溝又は第二の溝の数を示す。更に、第二の溝の幅の欄における倍率とは、第一の溝のピッチに対する第二の溝の幅の倍率を示す。なお、準備された14種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10及び比較例1～4）は、全て、第一の溝のピッチを0.37mmとした。

【0055】

【表1】

	外径 (mm)	壁肉厚 (mm)	第一の溝				第二の溝				
			深さ [mm]	フィン頂角 [°]	リード角 [°]	条数 [条/周]	深さ [mm]	幅		リード角 [°]	条数 [条/周]
								[mm]	倍率		
実施例1	6.35	0.25	0.25	15	10	50	0.20	1.10	3.0	2	2
実施例2	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	2	2
実施例3	6.35	0.25	0.25	15	30	50	0.20	1.10	3.0	2	2
実施例4	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	2	4
実施例5	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	10	4
実施例6	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	18	4
実施例7	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	2	6
実施例8	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.15	0.55	1.5	2	4
実施例9	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	0.55	1.5	2	4
実施例10	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.30	0.55	1.5	2	4
比較例1	6.35	0.25	0.27	15	15	50	—	—	—	—	—
比較例2	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	21	4
比較例3	6.35	0.25	0.25	15	15	50	0.20	1.10	3.0	27	4
比較例4	6.35	0.25	0.23	30	10	55	—	—	—	—	—

【0056】次いで、それら準備された14種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10及び比較例1～4）と、従来のより公知の伝熱性能試験装置と、冷媒としてR-410Aとを用い、かかる伝熱性能試験装置の試験セクションに対して、各種伝熱管を単管で組み付けて、図10に示される如き冷媒の流通下で、下記表2に示される試験条件により、凝縮性能試験を、公知の方法に従って実施し、それら各種伝熱管の管内熱伝達率及び管内圧力損失を測定した。そして、かくして得られた、それぞれの伝熱管の管内熱伝達率と管内圧力損失の測定値のうち、一般的な内面螺旋溝付伝熱管に比べて、優れた凝縮性能を発揮するものの、圧力損失が極めて大きくなるといった

特徴を有することで知られる前記内面松葉溝付伝熱管（比較例4）の管内熱伝達率と管内圧力損失測定値をそれぞれ基準（＝1.0）として、該内面松葉溝付伝熱管（比較例4）以外の13種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10及び比較例1～3）における管内熱伝達率と管内圧力損失の測定値の、該内面松葉溝付伝熱管（比較例4）におけるそれらの測定値に対するそれぞれの比率を求めた。その結果から得られた、内面松葉溝付伝熱管（比較例4）を基準とした、各内面溝付伝熱管（実施例1～10及び比較例1～3）の管内熱伝達率比と管内圧力損失比の関係を、図11に示した。なお、凝縮性能試験における試験区間長さは、4mとした。

【0057】

【表2】

試 験	蒸 発	凝 縮
蒸気飽和温度	2℃	50℃
入口条件	乾き度=0.26	過熱度=40℃
出口条件	過熱度=5℃	過冷却度=5℃
冷媒質量速度	100~300kg/(m ² ・s)	

【0058】図11に示される結果から明らかなように、本発明に従う構造を有する10種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10）にあっては、第二の溝の管軸に対する振じれ角（リード角）が比較的に大きくされた内面溝付伝熱管（実施例6）を除いた残りの全てのものが、内面松葉溝付伝熱管（比較例4）を基準とした管内圧力損失比が0.9を下回っており、かかる管内圧力損失比が0.9を越える値となる、従来の一般的な内面螺旋溝付伝熱管（比較例1）に比べて、明らかに小さな値となっている。また、第二の溝の管軸に対する振じれ角（リード角）が比較的に大きくされた内面溝付伝熱管（実施例6）にあっては、管内圧力損失比が、従来の一般的な内面螺旋溝付伝熱管（比較例1）と略同等の値となっており、該内面螺旋溝付伝熱管の管内圧力損失比の値を上回ることはいない。更に、管内面に、第一の溝と第二の溝とが形成されるものの、第二の溝の管軸に対する振じれ角（リード角）が本発明の範囲外とされた内面溝付伝熱管（比較例2及び比較例3）に対しても、本発明に従う構造を有する10種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10）が、小さな管内圧力損失比を有することは、明らかである。

【0059】また、本発明に従う構造を有する10種類の内面溝付伝熱管（実施例1～10）においては、第二の溝の条数が比較的に多い内面溝付伝熱管（実施例7）を除いた残りの全てのものが、内面松葉溝付伝熱管（比較例4）を基準とした管内熱伝達率比が0.85を上回っており、かかる管内熱伝達率比が0.85となる、従来の一般的な内面螺旋溝付伝熱管（比較例1）に比べて、明らかに大きな値となっている。なお、第二の溝の条数が比較的に多い内面溝付伝熱管（実施例7）にあっては、管内熱伝達率比が、従来の一般的な内面螺旋溝付伝熱管（比較例1）と略同等の値となっており、該内面螺旋溝付伝熱管の管内熱伝達率比の値を下回ることはいない。

【0060】以上、本発明の具体的な構成について詳述してきたが、これはあくまでも例示に過ぎないのであって、本発明は、上記の記載によって、何等の制約をも受けるものではなく、当業者の知識に基づいて種々なる変更、修正、改良等を加えた態様において実施され得るものである。そして、そのような実施形態が、本発明の趣旨を逸脱しない限り、何れも、本発明の範囲内に含まれ

るものであることは、言うまでもないところである。

【0061】

【発明の効果】以上の説明からも明かなように、本発明に従う内面溝付伝熱管にあっては、管内面に、管軸方向に螺旋状に延びる螺旋溝のみが多数形成されてなる従来の内面溝付伝熱管に比して、圧力損失が有利に低減され得ると共に、凝縮性能が効果的に高められ得ることとなるのである。

【0062】また、本発明に従う転造加工法を利用した内面溝付伝熱管の製造方法によれば、連続した1本の素管の内に、第一の溝と第二の溝とが一挙に形成され得るところから、目的とする内面溝付伝熱管が、より速やかに、且つより低いコストで、極めて有利に製造され得るのである。

【0063】さらに、本発明に従う圧延加工法を利用した内面溝付伝熱管の製造方法によれば、1枚の帯板状素材に対して、溝付け工程と造管工程とからなる一連の工程を行うことによって、目的とする内面溝付伝熱管が、該一枚の帯板状素材から、一挙に且つ効率的に製造され得るのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従う内面溝付伝熱管の一例を示す横断面の端面説明図である。

【図2】図1における部分拡大説明図である。

【図3】図1に示された内面溝付伝熱管の展開図である。

【図4】本発明に従う内面溝付伝熱管を製造する転造加工装置の一例を示す説明図である。

【図5】図4に示された転造加工装置に装備される第一の溝付プラグの正面説明図である。

【図6】図4に示された転造加工装置に装備される第二の溝付プラグの正面説明図である。

【図7】本発明に従う内面溝付伝熱管を製造する加工装置の一例を示す説明図である。

【図8】図7に示された加工装置に装備される第一の圧延ロールの正面説明図である。

【図9】図7に示された加工装置に装備される第二の圧延ロールの正面説明図である。

【図10】実施例又は比較例としての各種伝熱管の凝縮時の伝熱性能を測定する試験装置における冷媒の流通状態を示す説明図である。

【図11】実施例及び比較例としての各種伝熱管について、それぞれのものにおける管内熱伝達率と圧力損失の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

- | | |
|-------------|------------|
| 10 内面溝付伝熱管 | 12 第一の溝 |
| 14 第二の溝 | 20 素管 |
| 24 第一の転圧部材 | 26 第二の転圧部材 |
| 34 第一の溝付プラグ | 36 第二の溝付 |

プラグ

38 第一の溝形成凸条

成凸条

44 帯板状素材

40 第二の溝形

48 第一の圧延*

* ロール

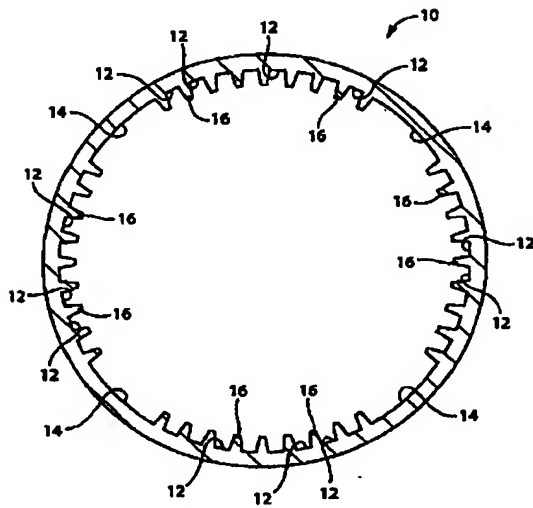
50 第二の圧延ロール

成凸条

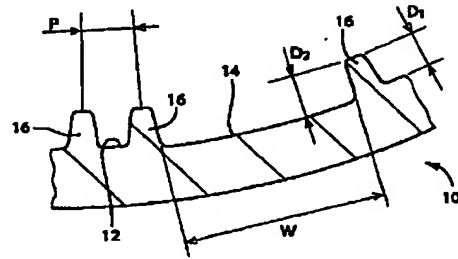
54 第二の溝形成凸条

52 第一の溝形

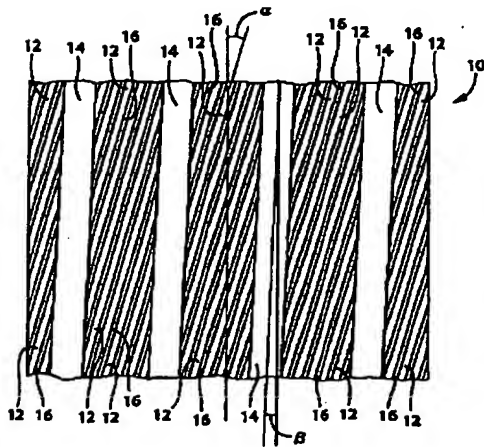
【図 1】



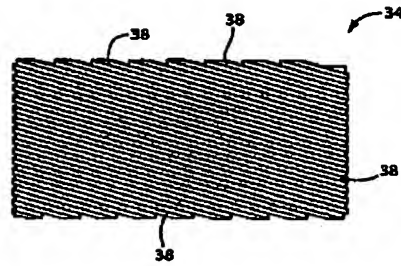
【図 2】



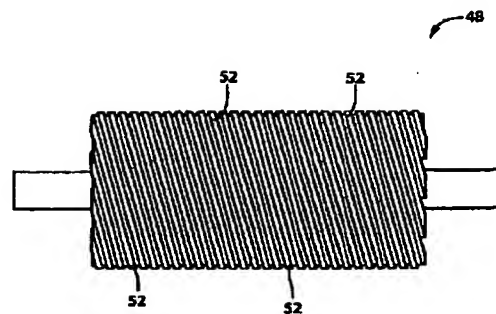
【図 3】



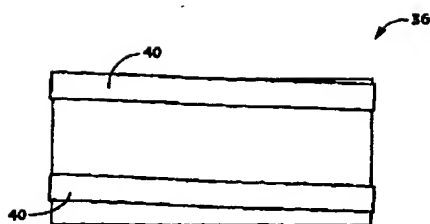
【図 5】



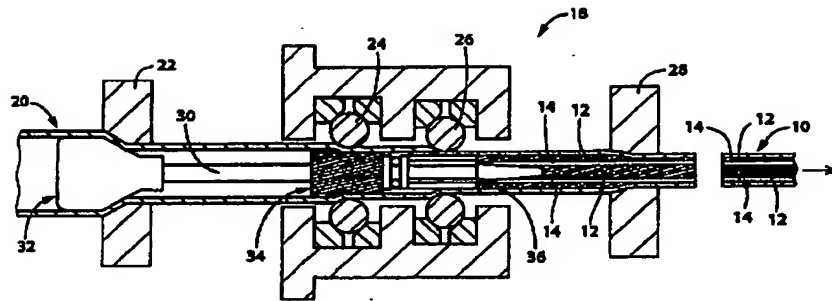
【図 8】



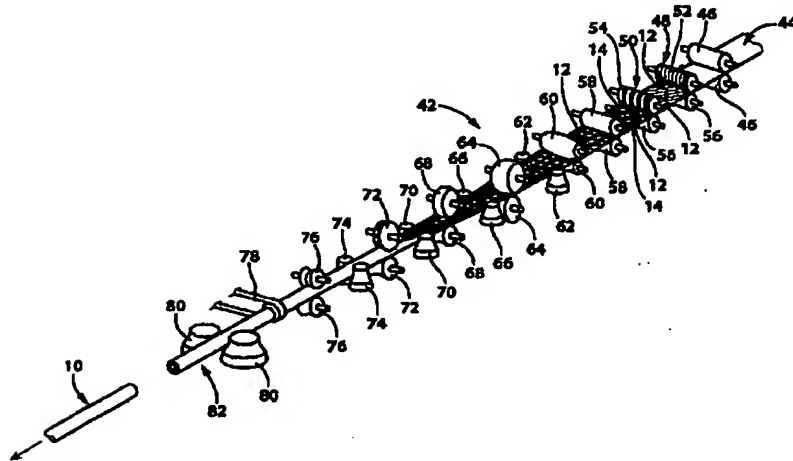
【図 6】



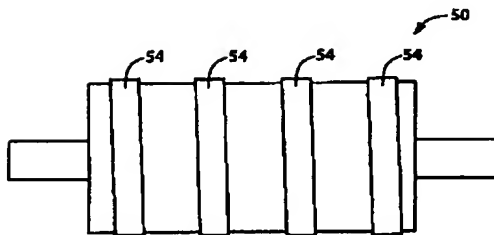
【図4】



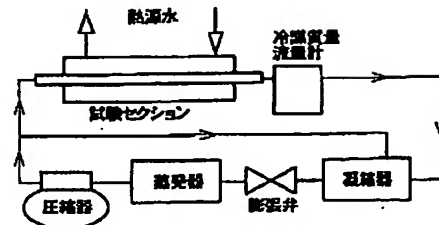
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

